

TARTU ÜLIKOOL
Sotsiaal- ja haridusteaduskond
Haridusteaduste instituut
Haridusteadus (loodusteaduslikud ained)

Allar Nirk

FÜÜSIKAÕPETAJATE HOIAKUD SEOS ES ARVUTISIMULATSIOONIDE
KASUTAMISEGA HARIDUSLIKUL EESMÄRGIL NING SEDA
MÕJUTAVAD TEGURID

bakalaureusetöö

Juhendaja: Kaido Reivelt, PhD

Läbiv pealkiri: õpetajate hoiakud ja arvutisimulatsioonide rakendamine

KAITSMISELE LUBATUD

Juhendaja: Kaido Reivelt, PhD

.....

(allkiri ja kuupäev)

Kaitsmiskomisjoni esimees: Liina Lepp, MSc

.....

(allkiri ja kuupäev)

Tartu 2014

SISUKORD

Sissejuhatus	3
1. Teoreetilised lähtekohad	4
1.1. Hoiakute mõiste ja seos käitumisega	4
1.2. Õpetaja roll IKT vahendite valikul ja rakendamisel	6
1.3. Simulatsioonide rakendamise põhimõtted riiklikes õppekavades.....	7
1.4. Arvutisimulatsioon kui õppevahend.....	8
2. Metoodika.....	12
2.1. Valim.....	12
2.2. Mõõtevahend.....	12
2.3. Protseduur.....	12
3. Tulemused ja arutelu	14
3.1. Üldine hoiak IKT integreerimiseks füüsika ainekavasse	14
3.2. Hoiaku seos arvutisimulatsioonide rakendamisega füüsika õppes	14
3.3. Abstraktsuse tase simulatsioonides ja simulatsioonide valik	18
3.4. Simulatsioonide olulisemad eelised ja puudused	20
3.5. Simulatsioonide rakendamist takistavad tegurid füüsikaõpetajate hinnangul.....	22
Kokkuvõte	24
Abstract	25
Viidatud allikad	27
Lisa 1. Uurimisinstrument.....	30

SISSEJUHATUS

Info- ja kommunikatsioonitehnoloogia (IKT) on kaasaegses ühiskonnas üha enam saamas igapäevaelu osaks. Eestist räägitakse kui e-riigist, kuid e-riigi toimimise üheks oluliseks eelduseks on tehnoloogiaalase hariduse kõrge tase. Seetõttu on ka haridusmaastikul viidud läbi muudatusi, mis püüavad lõimida tehnoloogiaharidust traditsioonilise õppetegevusega. Nii põhikooli kui gümnaasiumi riiklik õppekava rõhutavad IKT vahendite rakendamise olulisust loodusainete õpetamisel (Gümnaasiumi riiklik õppekava..., 2011; Põhikooli riiklik õppekava..., 2011). Vastavate eesmärkide saavutamiseks on kirjeldatud õppevahendeid ja nende kasutamise metoodikat, mille hulgas on ka arvutisimulatsioonid ja -mudelid (Pikksööt & Sarapuu, 2010; Sarapuu, 2012).

Käesoleva uurimuse probleem tuleneb asjaolust, et kuigi arvutisimulatsioonide kasutamist soovitatakse nii põhikooli kui gümnaasiumi riiklikus õppekavas, otsustavad õppevahendite lõpliku valiku üle ikkagi õpetajad. Varasemalt Eestis läbi viidud uurimused IKT vahendite valikut mõjutavatest teguritest (Hirmo, 2005; Toots, Plakk & Idanurm, 2004) on keskendunud rohkem sotsiaalsest või füüsilisest keskkonnast tulenevatele teguritele. Sellest lähtuvalt seati töö eesmärgiks selgitada füüsikaõpetajate hoiakute seost arvutisimulatsioonide kasutamisega ning kirjeldada simulatsioonide rakendamise hoiakuid mõjutavaid tegureid. Lähtudes eesmärgist, püstitati järgmised uurimisküsimused:

- 1) Millised on füüsikaõpetajate hoiakud arvutisimulatsioonide rakendamise suhtes?
- 2) Kuidas hoiakud arvutisimulatsioonide rakendamisse on seotud selle õppevahendi kasutamise kogemusega?
- 3) Milliseid eeliseid ja puudusi näevad õpetajad arvutisimulatsioonidel?
- 4) Milliseid arvutisimulatsioonide kasutamist takistavaid tegureid peavad füüsikaõpetajad kõige olulisemateks?

Kuna arvutisimulatsioonide edukas rakendamine õppevahendina sõltub olulisel määral õpetajatest (Luik, 2012; Squires & Preece, 1999; Uibu, 2005), siis on autori arvates oluline mõista õpetajaid mõjutavaid tegureid selle valiku tegemisel ning võimalusel rakendada saadud teadmisi õpetajate täienduskoolitusel ning uute õppevahendite loomisel.

Bakalaureusetöö koosneb kolmest osast, millest esimeses kirjeldatakse arvutisimulatsioone ning hoiakuid käsitlevatest uurimusi ja teooriaid. Teises osas antakse ülevaade metoodikast ning kolmandas osas esitatakse uurimistöö tulemused ja arutelu.

1. TEOREETILISED LÄHTEKOHAD

1.1. Hoiakute mõiste ja seos käitumisega

Inimesed reageerivad neid ümbritsevale maailmale hinnangulisel moel, püüdes säilitada positiivset hinnangut endast ja teistest. Meie otsused hõlmavad tihti hinnanguid sellest, kas objektid on soositud või mittesootitud, meeldivad või ebameeldivad, head või halvad (Albarracin, Johnson & Zanna, 2005).

Hoiakute uurijad defineerivad mõistet hoiak (*attitude*) erinevalt, kuid mõiste keskmeks on alati arusaam, et hoiak peegeldab hinnangut kellegi või millegi suhtes, skaalal positiivsest negatiivseni. Üks siiani tunnustatumaid hoiaku definitsioone pärineb Eagly ja Chakeiken'ilt (1993): „Hoiak on inimese kalduvus hinnata objektide olemust, pooldaval või mittepooldaval viisil“ (lk 1).

Need hinnangud väljenduvad tunnetusliku, emotsionaalse või käitumusliku reaktsioonina (Albarracin, Johnson & Zanna, 2005). Albarracin et al (2005) selgitust peetakse eelnevatest paremaks, sest see ei väida, nagu oleksid hoiakud püsivad või kestvad ning rõhutab, et hoiak mitte ei sisalda kolme mõõdet (tunnetuslikku, emotsionaalset ja käitumuslikku), vaid väljendub tavaliselt tunnetusliku, emotsionaalse või käitumusliku reageeringuna (Häidkind & Ainjärv, s.a). Seega hoiakute uurijad ei saa otsest infot oma uurimisobjekti kohta, vaid peavad tegema üldistatud järeldusi lähtudes uuritavate reaktsioonidest.

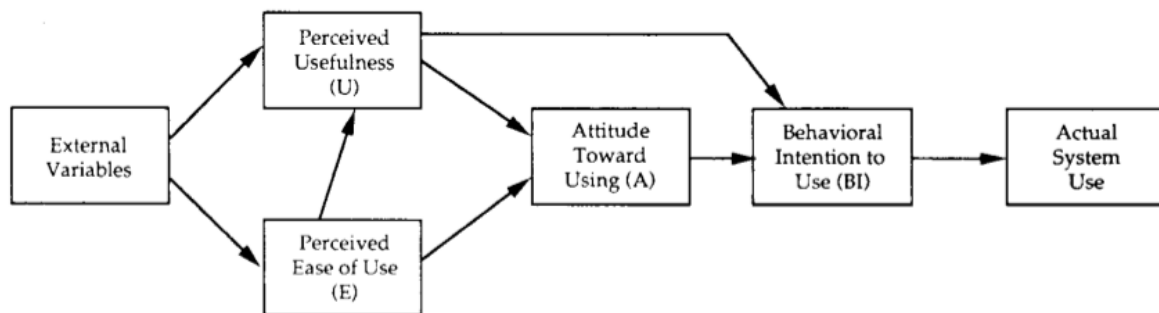
Hoiakute mõõtmiseks on loodud rida vahendeid, mille hulka kuuluvad Likerti skaala, semantiline diferentsiaal, sotsiomeetria, Bogarduse sotsiaalse distantssi skaala, intervjuude analüüs jpt (Hayes, 1993). Käesoleva töö küsimustes 7, 9, 10 ja 15 kasutati hoiakute mõõtmiseks Likerti skaalat.

Kirjeldamaks hoiakute seost käitumisega on uurijad loonud mitmeid mudeleid, näiteks:

- Põhjendatud tegutsemise teooria – Theory of reasoned action (Ajzen & Fishben, 1980)
- Planeeritud käitumise teooria – Theory of planned behaviour (Ajzen, 1985)
- MODE mudel – Motivation and opportunity as determinants (Fazio, 1990)

Tehnoloogia valdkonnas on Ajzen ja Fishben'i (1980) poolt välja pakutud põhjendatud tegutsemise teooria leidnud kasutust tehnoloogia aktsepteerimise mudelis (Davis, 1989).

Tehnoloogia aktsepteerimise mudeli (TAM) kohaselt mõjutavad inimeste hoiakuid uue tehnoloogia kasutuselevõtmisel peamiselt kaks tegurit: tajutud kasulikkus ning tajutud kasutuskeerukus. Joonisel 1 on toodud skeem, mis kirjeldab seoseid väliste tegurite (*external variables*), tajutud kasulikkuse (*perceived usefulness*), tajutud kasutuskeerukuse (*perceived ease of use*), hoiaku (*attitude toward using*), käitumusliku kavatsuse (*behavioral intention*) ja tegeliku kasutamise vahel (*actual system use*).



Joonis 1. TAM – Tehnoloogia aktsepteerimise mudel (Bagozzi, Davis & Warshaw, 1989)

Tehnoloogia aktsepteerimise mudelile on saanud osaks paljude autorite kriitika (Chuttur, 2009; Benbasat & Barki, 2007; Legris, Ingham & Colletette, 2003), kuid sellele vaatamata rakendatakse seda laialdaselt tehnoloogiaalastes uurimustöodes (tsiteerimiste arv andmebaasis Thomson Reuters Web of Science – 4537). Teooriat on täiendatud edasiarendustes: TAM 2 (Venkatesh & Davis, 2000; Venkatesh, 2000) ning UTAUT – *Unified Theory of Acceptance and Use of Technology* (Venkatesh, Morris, Davis & Davis, 2003).

Käesolevas töös kontrollitakse, kas simulatsioonide rakendamisel oluliseks peetud tegureid saaks liigitada TAM-is esineva tajutud kasulikkuse või tajutud kasutuskeerukuse alla.

Väär oleks arvata, et hoiakute piisavalt täpne väljaselgitamine võimaldab inimese käitumist vastavas olukorras üheselt ette ennustada. Erinevad uurimused (Albarracin et al., 2005) kinnitavad, et see on võimalik vaid osaliselt. Peamiste põhjustena tuuakse välja:

- Hoiakud mõjutavad käitumist ja vastupidi – toimub interaktsioon;
- Käitumist mõjutab lisaks hoiakutele ka sotsiaalne ja füüsiline keskkond;
- Inimese käitumine võib olla vastuolus tema hoiakutega – esineb kognitiivset dissonantsi (Festinger, 1957).

Seega on hoiakul käitumise suhtes teatav ennustusvõime, kuid see pole kindlasti käitumist determineeriv.

1.2. Õpetaja roll IKT vahendite valikul ja rakendamisel

Info- ja kommunikatsioonitehnoloogiatel põhinevate õppevahendite laiaulatuslik valik ja internetipõhiste õppematerjalide kättesaadavus suurendavad oluliselt potentsiaalsete õppematerjalide arvu. Selleks, et kasutada IKT vahendeid ainetunnis, peavad õpetajad esmalt hindama õppevahendite sobivust. Seega IKT vahendeid kasutava õpetaja uus roll on olla ka õppematerjalide ekspert (Luik, 2012; Squires & Preece, 1999; Uibu, 2005).

Selle rolli täitmise lihtsustamiseks on Eesti õpetajatele loodud nii juhendmaterjale (oppekava.ee), andmebaase (koolielu.ee, tahvel.ee, fyysika.ee) kui ka käsiraamatuid (näiteks Haridustehnoloogia käsiraamat).

Samas ei ole üheselt määratletav, millised õpitarkvarad on efektiivsed või millised mitte. Palju sõltub ka kontekstist, milles neid kasutatakse: eesmärkidest, metoodikast, õpilastest, keskkonnast jpm. Seega lõpliku otsuse, millist õpitarkvara valida, peab tegema ikkagi õpetaja ise (Luik, 2012; Squires & Preece, 1999).

Priestley ja Sime (2005) toovad oma uurimuses välja IKT vahendite rakendamise otsust mõjutavate teguritena:

- Uskumused: isiklikud arusaamad sellest, kui oluline osa on tehnoloogial õpetamises, õppimises ja õppekorralduses.
- Kogemused: õpetaja koolitatus ja IKT oskused. Klassiruumis IKT kasutamise valdamine ning võime saada hakkama tehnoloogiaalaste tagasilöökidega.
- Ressursid: vahendite kättesaadavus koolis ning arvutikasutuse võimalus kodus.
- Kogukond: kolleegide ringkond, kes tagaksid toetuse, julgustaks IKT-d kasutama ning moodustaks õpikogukonna.

Eesti õpetajate arvuti ja õpitarkvara kasutamist käsitlevad uurimused (Hirmo, 2005; Toots et al., 2004) toovad olulisemate teguritena välja:

- IKT ressursside olemasolu;
- sobiva tarkavara olemasolu;
- õpetajate oskused ja täiendkoolitustest osavõtt;
- klassi suurus;

- õppeainete eripära;
- toetuse olemasolu;
- õpetajate ajapuudus.

Hirmo (2005) uurimusest selgub, et sobiva õpitarkvara olemasolu mõjutab IKT vahendite rakendamist isegi enam, kui tehniliste võimaluste tase.

Tutvudes Eestis läbi viidud uurimustega, jäi autorile mulje, et IKT rakendamist mõjutavaid väliseid (füüsilisest ja sotsiaalsest keskkonnast tulenevaid) tegureid käsitletakse üsna põhjalikult, kuid palju vähem pööratakse tähelepanu õpetajate hoiakutele ja käitumuslikele kavatsustele. Paljude uurijate arvates võivad need siiski olla oluliseks teguriks tehnoloogiavahendite valikul ja rakendamisel (Kriek & Stols 2010; Zacharia, 2003; Venkatesh et al., 2003).

1.3. Simulatsioonide rakendamise põhimõtted riiklikes õppekavades

IKT vahendite rakendamise olulisust on rõhutatud nii põhikooli kui gümnaasiumi riiklikus õppekavas. Gümnaasiumi loodusteaduste ainevaldkonnas (Gümnaasiumi riiklik õppekava..., 2011) rõhutatakse loodusteaduste- ja tehnoloogialase kirjaoskuse kujundamise olulisust, seostades järgmisi valdkondi:

- 1) Empiiriliste teadmiste omandamine bioloogilistest ja füüsikalis-keemilistest süsteemidest (mõisted, seaduspärasused ning teooriad, mis määravad konkreetse õppeaine sisu ja vastavad konkreetse aja teaduse saavutustele);
- 2) Loodusteadusliku meetodi omandamine, mis sisaldab ka teaduslikku suhtumist, sh vigade tunnistamist. Loodusteadusliku uurimismeetodi kaudu on seotud kõik loodusvaldkonna õppeained, moodustades ühise aluse;
- 3) Probleemide lahendamise ja otsuste tegemise oskuste arendamine, arvestades nii loodusteaduslikke kui ka majanduslikke, poliitilisi, sotsiaalseid, eetilisi ja moraalseid aspekte;
- 4) Õpilaste personaalsete võimete, sh loovuse, kommunikatsiooni- ja koostööoskuste arendamine, hoiakute kujundamine loodusteaduste, tehnoloogia ja ühiskonna suhtes; riskide teadvustamine ja karjääriteadlikkuse kujundamine.

Lisaks sellele on füüsika õppesisus ära toodud praktilised tööd ja IKT vahendite rakendamise võimalused iga teema kohta (Gümnaasiumi riiklik õppekava..., 2011; Põhikooli

riiklik õppekava..., 2011), mis peaks õpetajale pakkuma nii võimalust kui ka vabadust IKT sidumiseks füüsika aineõppesse.

Simulatsioonide rakendamisest räägitakse täpsemalt õppekava toetavates artiklites IKT rakendamine loodusteaduste õppimisel ja Haridustehnoloogia loodusteadustes (Pikksööt & Sarapuu, 2010; Sarapuu, 2012). Piksööt ja Sarapuu (2010) defineerivad arvutimudelid ja arvutisimulatsioonid ühtse mõistena alljärgnevalt: “Arvutimudelid ja -simulatsioonid on reaalsete objektide või protsesside lihtsustatud virtuaalsed esitused” (para 4). Lähtudes interaktiivsusest, jaotavad autorid arvutimudelid demonstratsioonimudeliteks ja juhitavateks mudeliteks. Seejuures tuuakse mudeleid iseloomustava omadusena välja nende skemaatiline lihtsus ning simulatsioonide puhul sarnasus reaalsusega, kuid mainitakse ka, et tihti puudub selge piir nende kahe vahel.

Arvutisimulatsioone puudutavad juhendid riiklikus õppekavas (Pikksööt & Sarapuu, 2010; Sarapuu, 2012; Sarapuu & Villako, s.a.) soovivad arvutisimulatsioone ja -mudeleid kasutada, kui:

- Reaalse katse protsess oleks vajalike tähelepanekute tegemiseks liiga kiire või liiga aeglane;
- Uuritavad objektid oleks reaalses katses liiga väikesed või liiga suured;
- Reaalne katse oleks liiga kulukas või ohtlik;
- Uuritav objekt jääks muul põhjusel väljapoole taju piire.

Õppijate jaoks peetakse simulatsioonide kasutamist oluliseks näiteks: visuaalse ja tehnoloogialase kirjaoskuse arendamisel, uurimuslike oskuste arendamisel ning ka sotsiaalsete oskuste arendamisel. Õpetajate jaoks võib simulatsioonidest abi olla näiteks õpiobjektide visualiseerimisel, õpimotivatsiooni suurendamisel, rakendusliku väljundi pakkumisel ja õppetöö õpilasekesksemaks muutmisel. Arvutisimulatsioone soovitatakse rakendada eelkõige konstruktivistlikule õpikäsitlusele omaste meetodite abil, nagu: probleemipõhine-, situatiivne- ja uurimuslik õpe (Piksööt & Sarapuu, 2010; Sarapuu & Villako, 2010).

1.4. Arvutisimulatsioonisimulatsioon kui õppevahend

Arvutipõhist õpet traditsioonilise õppega võrdlevad uurimused annavad mõneti vastakaid tulemusi. Luik (2004) toob võimalike vastuolude tekkimise põhjustena välja:

- 1) Ühes uurimuses käsitletakse koos mitut õpitarkvara liiki või oodatavat õpitulemust.
- 2) Uurimuste läbiviimise strateegiad ja tingimused on erinevad.
- 3) Üheliigilise õpitarkvara karakteristikud on erinevad.

Et vastuolusid vähendada, püüavad õpitarkvarade uurijaid arvutisimulatsioone eristada teistest õpiobjektidest, et kirjeldada nende omadusi ning võimalikult efektiivset kasutamist. Mõned näited kirjanduses leiduvatest definitsioonidest:

- Õppesimulatsioon on nähtuse või protsessi mudel, mida kasutajad õpivad tundma simulatsiooniga interaktsioonis olles (Alessi & Trollip, 2001).
- Simulatsioon on vahend mudeliga eksperimenteerimiseks, saamaks informatsiooni mudelist ja modelleeritud süsteemist (De Jong & van Joolingen, 1998).
- Simulatsioon on õpiprogramm, milles dünaamiliselt modelleeritakse tõelist või kujutletut maailma (Luik, 2004).

Siiski kasutatakse mõistega simulatsioon vaheldumisi ka mõisteid mudel ja modelleerimine. De Jong ja van Joolingen (1991) on selgitanud erinevusi mõistete – modelleerimine, mudel ja simulatsioon – vahel järgmiselt:

“Mudel on representatsioon mingist süsteemist...modelleerimine viitab mudeli ehitamisele ja selle omaduste uurimisele, kuid termin simulatsioon on seotud nendest tegevustest ainult viimasega” (lk 244-245).

Seega modelleerimise tulemusena valmib modelleeritavast süsteemist mudel. Valmis mudelit, mida kasutatakse süsteemi kohta teadmiste omandamiseks, nimetatakse simulatsiooniks.

Alessi & Trollip (2001) toovad simulatsioone füüsilise õpikeskkonnaga võrreldes välja järgmisi eeliseid:

- suurem turvalisus;
- ogemuste omandamise võimalus;
- kontroll aja kulgemise üle;
- võimalus juhtida õppeprotsessi;
- rahalise ressursi kokkuhoid;
- mugavus, kättesaadavus;

- korduvkasutatavus;
- võimalus lihtsustada protsesse;
- võimalus oskuste drillimiseks.

Võrreldes teiste õpiprogrammidega, tuuakse simulatsioonide eelistena välja:

- tõstavad õpimotivatsiooni;
- mängulisus;
- võimaldavad teadmiste ülekandmist uutesse situatsioonidesse;
- tõstavad õpetamise efektiivsust;
- pakuvad laialdaselt võimalusi;
- võimaldavad kõiki 4 juhendamise faasi: info esitamine, õppija juhendamine, harjutamine, õpitu hindamine

Simulatsioonide puudustena tuuakse välja (Alessi & Trollip, 2001):

- keeruline luua;
- keeruline kategoriseerida;
- võimaldab paljusid valikuid.

Rutten, van Joolingen ja van der Veen'i (2012) uurimus põhineb 51 simulatsioonide rakendamist puudutaval publikatsioonil, mis on avaldatud ajavahemikus 2001-2010.

Analüüsides avaldatud teadustöid tehti järgmised järeldused:

- arvutisimulatsioonide kasutamine koos traditsiooniliste õppemeetoditega on tulemuslikum, kui simulatsioonide kasutamine ilma traditsiooniliste meetoditeta;
- arvutisimulatsioonid on efektiivsed õppevahendid laboritöödeks ettevalmistamisel;
- dünaamiline visualiseerimine on staatilisest tulemuslikum ainult juhul, kui seda kasutada koos sobivate pedagoogiliste võtetega või nähtuste puhul, mis reaalsuses ei ole vaadeldavad;
- idealiseerituse astmelt peaks leiduma simulatsioone kogu skaala (konkreetne – idealiseeritud) ulatuses;
- simulatsioonide kasutamine teiste meediumide (mitte arvuti) vahendusel on tulemuslikum, kui neid kasutatakse koos füüsilist väljundit pakkuvate vahenditega (n. robotid), võrreldes ainult virtuaalset väljundit pakkuvate vahenditega (n. stereoskoopilised prillid);

- õpilase uurimusliku eneseregulatsiooni oskuse arendamisele aitab rohkem kaasa heuristiliste võtete sõnastamine koos vastavate juhistega, võrreldes ainult vastavate juhiste pakkumisega;
- parim aeg lisainfo pakkumiseks on enne harjutust ja protseduurilise info jaoks harjutuse ajal;
- õppijate jaoks on oluline teada kõiki tulemust mõjutavaid tegureid;
- erinevad representatsioonid samast objektist, mis vajavad teadmiste ülekannet (*mental translation*), toetavad teema sügavamat mõistmist;
- seos simulatsioonide rühmatöös kasutamise ja iga õpilase individuaalsete õpitulemuste vahel ei ole ühene;
- simulatsioonide kaustamine paaristöös osutus tulemuslikumaks, kui iseseisvas töös rakendamine;
- tähtis on saavutada olukord, kus tegutsemisvabadus ja juhendamine on heas tasakaalus.

Ka selles töös jõutakse kokkuvõttes järeldusele, et simulatsiooni efektiivsuse määramisel on oluline nii simulatsioon, kontekst, õpilane kui ka õpetaja ning nende tegurite omavahelised seosed. Hariduslikul eesmärgil kasutatavate simulatsioonide uuringud peaksid rohkem keskenduma tegurite komplekssele käsitlemisele. Õpetajate rolli määratlemine võimaldaks luua pedagoogilise raamistiku antud õppevahendi paremaks rakendamiseks (Rutten et al., 2012)

2. METOODIKA

2.1. Valim

Käesoleva töö valimisse kuulusid Eesti Füüsika Seltsi füüsikaõpetajate osakonna meililisti liikmed. Valim on koostatud mugavusvalimi põhimõttel ning küsimustikule vastati vabatahtlikkuse alusel.

Ankeetküsimustikule vastas kokku 46 füüsikaõpetajat erinevatest koolidest üle Eesti. Vastanutest 20 olid naisõpetajad (43%) ja 26 meesõpetajad (57%). Töökogemuse järgi jagunesid vastajad järgmiselt: alla 1 aasta töökogemust: 1 vastaja (2%); 1-5 aastat: 9 (20%); 5-10 aastat: 9 (20%); 10-20 aastat: 13 (28%); üle 20 aasta töökogemust: 14 vastajat (30%). Kooliastmetes õpetamise järgi oli põhikooliõpetajaid 11 (24%), gümnaasiumiõpetajaid 9 (20%) ning põhikooli- ja gümnaasiumiõpetajaid 26 (57%).

2.2. Mõõtevahend

Uurimuse mõõtevahendina kasutati veebipõhist ankeetküsimustikku (Lisa 1). Ankeedi küsimustest üheksa olid kinnised, kaheksa küsimust poolkinnised ning kolm küsimust avatud. Küsimused jagunesid ankeedis kahte ossa, millest esimeses (küsimused 1-16) püüti saada andmeid püstitatud uurimisküsimustele vastamiseks ning teises osas (küsimused 17-20) koguti vastajate kohta taustainfot.

Küsimused 7 ja 8 uurisid füüsikaõpetajate hoiakuid arvutisimulatsioonide kasutamisse õppetöös, lähtudes põhikooli ning gümnaasiumi riiklikus õppekavas toodud arvutisimulatsioonide rakendamise soovitustest ning kasutades Likreti skaalat hoiakute hindamiseks.

Ankeetküsimustiku koostas autor ise, lähtudes uurimuse eesmärkidest ja uurimisküsimustest. Ankeet oli reliaabne (Cronbachi alpha 0,765). Valiidsus tagati eksperthinnanguga abiga.

2.3. Protseduur

Andmed koguti 2014 aasta veebruarist märtsini. Küsitlus oli anonüümne. Andmeid koguti veebikeskkonnas Google Drive, kuhu pääsemiseks edastati Eesti Füüsika Seltsi füüsikaõpetajate meililisti kaudu veebilink.

Ankeetküsimustikule vastajad said kinnituse, et küsitlus on anonüümne ning vastajate andmeid kasutatakse uurimustöös vaid üldistatud kujul. Ühtlasi edastati vastajatele informatsioon, kuidas on neil võimalik tutvuda uurimistöö tulemustega.

Andmete korrastamiseks ja statistiliseks analüüsiks kasutati programme Microsoft Excel ja SPSS (Statistical Package for Social Studies).

3. TULEMUSED JA ARUTELU

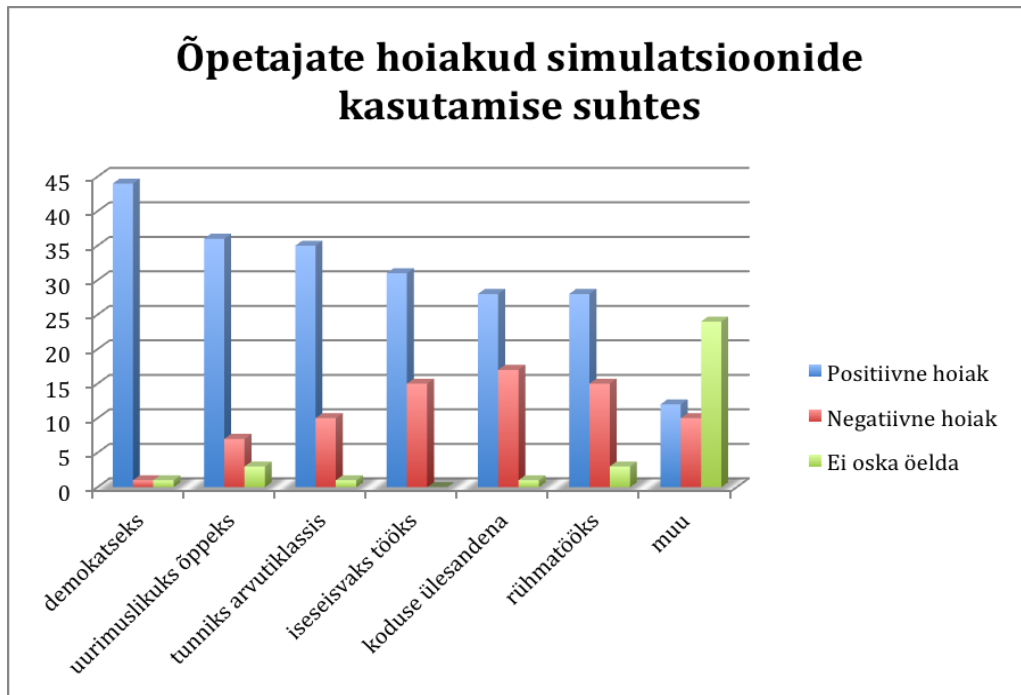
3.1. Üldine hoiak IKT integreerimiseks füüsika ainekavasse

Varasematest uurimusest selgub, et IKT alaseid täienduskoolitusi soovivad ligi 80% õpetajatest (Järve 2013, Saks 2010). Simulatsioonide loojatele on oluline, missuguses vormis täienduskoolitusest õpetajad kõige meelsamini osa võtaksid, sest uute õppevahendite tutvustamisel tuleb leida tasakaal nende osade vahel. Küsimuse: “Kas võtaksite osa täienduskoolitusest..” vastustest selgub, vastajad on üsna võrdväärselt nõus osa võtma täienduskoolitustest nii õpitarkvara kasutusoskuste (91%), seadmete kasutamisoskuste (89%) kui ka IKT vahendite rakendamise metoodika alal (85%). Seetõttu peaksid uute õppevahendite tutvustajad kaasama vastavatesse koolitustesse kõiki neid valdkondi võrdväärselt.

Samas tuleb tähelepanu pöörata asjaolule, et täienduskoolitusest osavõtmise korreleerus üldise suhtumisega IKT integreerimisse füüsika ainekavasse, ning üldine suhtumine IKTsse oli vastajate seas väga positiivne. Seetõttu on loogiline järeldada, et IKT integreerimisse üldiselt negatiivselt suhtuvate õpetajate soov osa võtta täienduskoolitustest on oluliselt väiksem ning nende kaasamiseks ei piisa täienduskoolituste korraldamisest.

3.2. Hoiaku seos arvutisimulatsioonide rakendamisega füüsika õppes

Küsimustes 7 ja 8 uuriti hoiakuid simulatsioonide kasutamisse erinevate rakendusvaldkondade korral ning kasutamiskogemust vastavates olukordades. Antud valimisse kuulunud õpetajate hoiakud füüsikasimulatsioonide rakendamisse võtab kokku joonis 2.



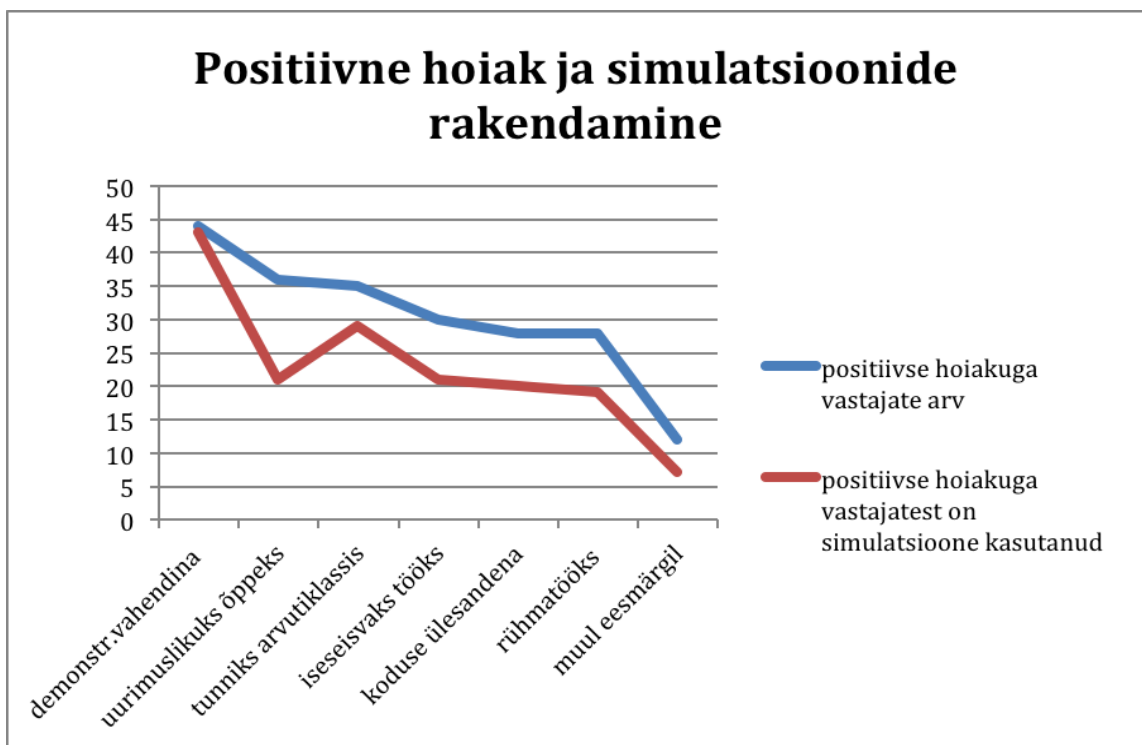
Joonis 2: Füüsikaõpetajate hoiakud arvutisimulatsioonide kasutamise suhtes.

Füüsikaõpetajate hoiakud arvutisimulatsioonide erinevate rakendusvaldkondade suhtes on üldiselt positiivsed – sellega sai vastatud ka esimene uurimisküsimus. Eriti paistab silma aga arvutisimulatsioonide demonstatsioonkatseteks kasutamise pea ühehäälnene (96% vastajatest) pooldamine. Suurema poolehoidu leidsid ka simulatsioonide kasutamine uurimushetkeks (78%) ja arvutiklassis läbiviidava tunni korral (76%). Töö autorile tundub, et positiivne hoiak on seotud ka teataval määral õppetegevuse üle kontrolli omamisega, sest kolm esimest kohta pingereas hõivasid õpetaja poolt mingil määral kontrollitavad tegevused ning kolm järgmist kohta said simulatsioonide kasutamise valdkonnad, kus õpetaja kontrolli peaaegu ei oma. Ka siin leidub üks oluline erand –uurimushetkeks – kuid sellel on autori arvates oma põhjus, mis selgus järgnevas analüüsis.

Järgnevalt püüti selgitada, kas arvutisimulatsioonide kasutamise ja samas valdkonnas üles näidatud hoiakud on omavahel seotud –eeldati, et hoiak simulatsioonidesse antud rakendusvaldkonnas on seotud simulatsioonide tegeliku kasutamisega. Simulatsioonide olulisust hindavas küsimuses kasutatud Likerti skaala ülemist poolt (pigem oluline, väga oluline) tõlgendati kui positiivset hoiakut ning skaala alumist poolt (pigem ei ole oluline, ei ole üldse oluline) tõlgendati kui negatiivset hoiakut. Vastust “ei oska öelda” ei saa tõlgendada skaala keskpunktina, mistõttu jäeti need vastused antud seose uurimisest välja. Positiivsele

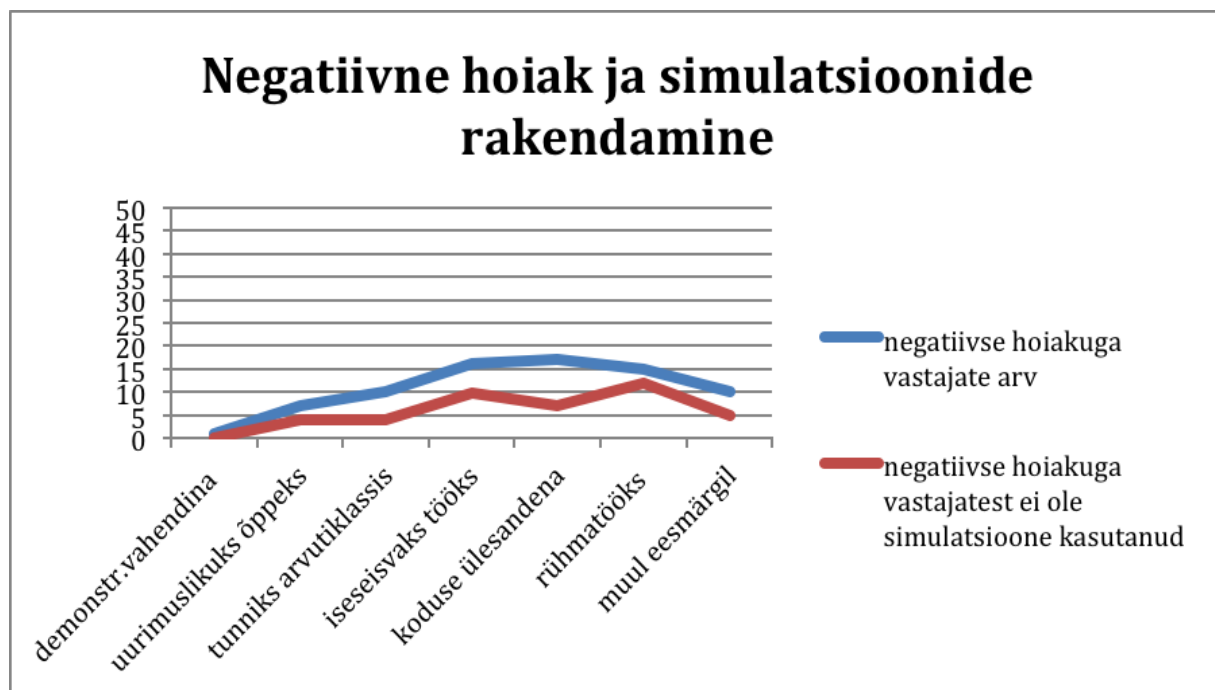
hoiakule vastavaks käitumiseks loeti simulatsioonide kasutamist samal eesmärgil ka siis, kui kasutamine oli väga harv (1-2 korda õppeaasta jooksul). Negatiivsele hoiakule vastavaks käitumiseks loeti simulatsioonide mittekasutamist.

Kolmogorov-Smirnovi testi kasutades leiti, et tulemuste jaotus vastab normaaljaotusele. Kasutades Spearmani astakorrelatsiooni selgus, et antud tõlgenduse korral esineb statistiliselt oluline seos hoiaku ja simulatsioonide kasutamise vahel – Spearmani korrelatsioonikordajaks saadi 0,296. Seos positiivse hoiaku ja simulatsioonide rakendamise vahel on toodud joonisel 3.



Joonis 3. Simulatsioonide kasutamine vastava positiivse hoiakuga õpetajate poolt.

Seos negatiivse hoiaku ja simulatsioonide rakendamise vahel on toodud joonisel 4.



Joonis 4. Simulatsioonide kasutamine vastava negatiivse hoiakuga õpetajate poolt.

Loodud mudeli põhjal tehti ennustus 289 korral, millest 202 osutusid õigeks. Seega oli mudeli täpsus antud valimi puhul 69,9%. See tulemus ühtib Kriek ja Stols'i (2010) läbi viidud uurimuse tulemusega, kus õpetajate käitumusliku kavatsuse ja simulatsioonide tegeliku kasutamise vahel leiti vastavus 70,83%.

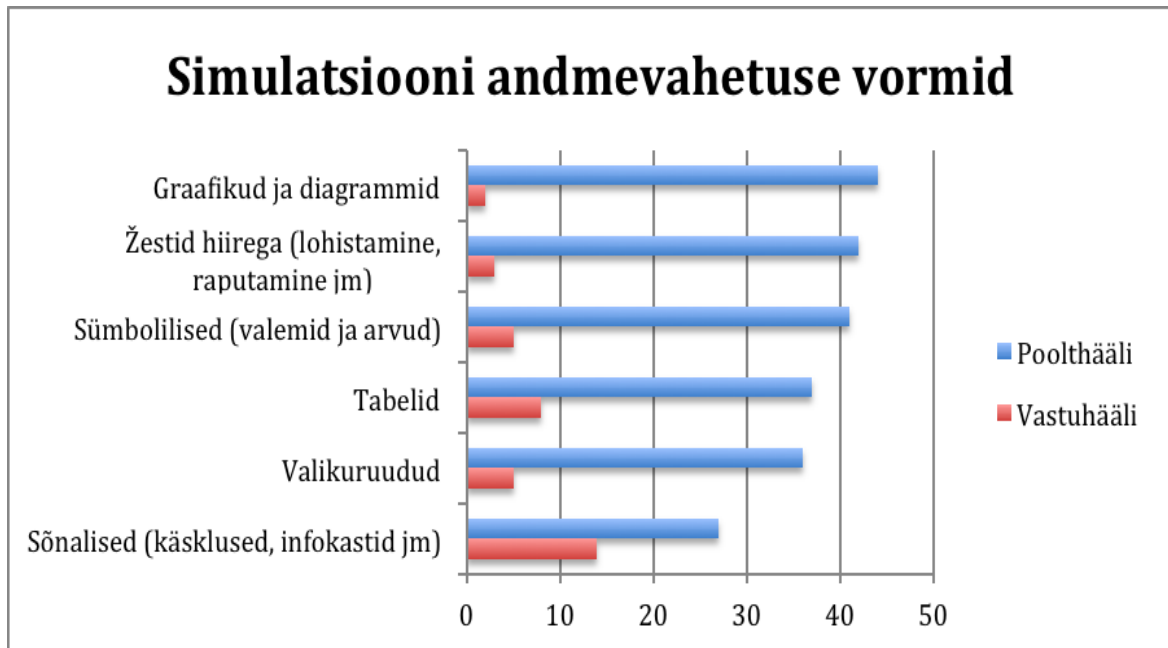
Huvitavaks erandiks selle seaduspära puhul oli uurimuslik õpe, kus 42% vastajatest, kes pidasid vastavat rakendusvaldkonda oluliseks või väga oluliseks ei olnud simulatsioone sel eesmärgil kasutanud kordagi õppeaasta jooksul. Nende vastajate ankeete uurides selgus, et tehniliste vahendite puudus ei saanud olla põhjuseks – kõik 15 vastajat märkisid, et neil on võimalik kasutada arvutiklassi. Samuti hindasid kõik vastajad subjektiivselt oma arvutikasutusoskust positiivselt hinnetega – 3, 4 ja 5. Seetõttu ei ole põhjust arvata, et ebakõla põhjuseks oleks õpetaja isiklike oskuste vähesus või sellest tulenev ebamugavus. Ka internetis olid vastavad õpetajad simulatsioone kasutanud. Autori arvates võib ebakõla põhjuseks olla õppekavadest pärit teadmine, et simulatsioonid on uurimusliku õppe läbiviimiseks head vahendid, kuid selle teadmise rakendamiseks vajalikke oskusi õpetajatel veel pole. Vastavasisulise hüpoteesi püstitamine ja tõestamine peaks olema juba suurema ja tõenäosusliku valimiga uurimistöö eesmärk.

3.3. Abstraktsuse tase simulatsioonides ja simulatsioonide valik

Küsimustes 9 ja 15 püüti selgitada füüsikaõpetajate hoiakut erineva abstraktsuse tasemega simulatsioonidesse.

Üldist abstraktsuse taset hinnates pidasid õpetajad oluliseks, et simulatsioone leiduks kogu tunnuse diapsoonis – ühtviisi oluliseks peeti nii simulatsioonide realistlikust (44 vastajat 46 seast), tasemele vastavust (43 vastajat) kui minimalistlikust (43 vastajat). Erinevus tekkis alles vastavate tunnuste olulisuse määra hinnates: väga oluliseks hinnati kõige rohkem minimalistlikust (kõrget abstraktsuse taset), seejärel tasemele vastavust (keskmist abstraktsuse taset) ning viimaks võimalikult täpset vastavust reaalsele olukorrale (madalat abstraktsuse taset). Arvestades, et füüsika püüab selgitada looduse kõige üldisemaid seaduspärasusi, on selline järjekord ka täiesti mõistetav. Realistlikkuse tase (*fidelity*) mõjutab simulatsioonide uurijate arvates nii simulatsioonide abil õppimise edukust (*initial learning*) kui ka teadmiste ja oskuste ülekandmise võimet uutesse situatsioonidesse (*transfer of learning*). Realistlikkuse tase peaks kasvama koos õppijate teadmiste ja oskuste kasvuga, et võimalikult palju rakendada omandatud uutes situatsioonides. (Alessi & Trollip). Seega antud valimisse kuulunud füüsikaõpetajad eelistasid üldist abstraktsuse taset hinnates veidi rohkem tunnuseid, mis sobivad väiksemate algteadmiste ja oskustega õpilastele.

Abstraktsuse tase avaldub simulatsioonide puhul ka infovahetuses kasutajaga – simulatsiooni looja on eelnevalt paika pannud andmete sisestamise ja väljastamise vormi. Seetõttu püüti küsimuses 9 uurida, missuguseid andmetevahetuse vorme füüsikaõpetajad oluliseks peavad. Saadud tulemused on välja toodud joonisel 5.



Joonis 5. Missuguseid andmevahetuse vorme peavad füüsikaõpetajad oluliseks.

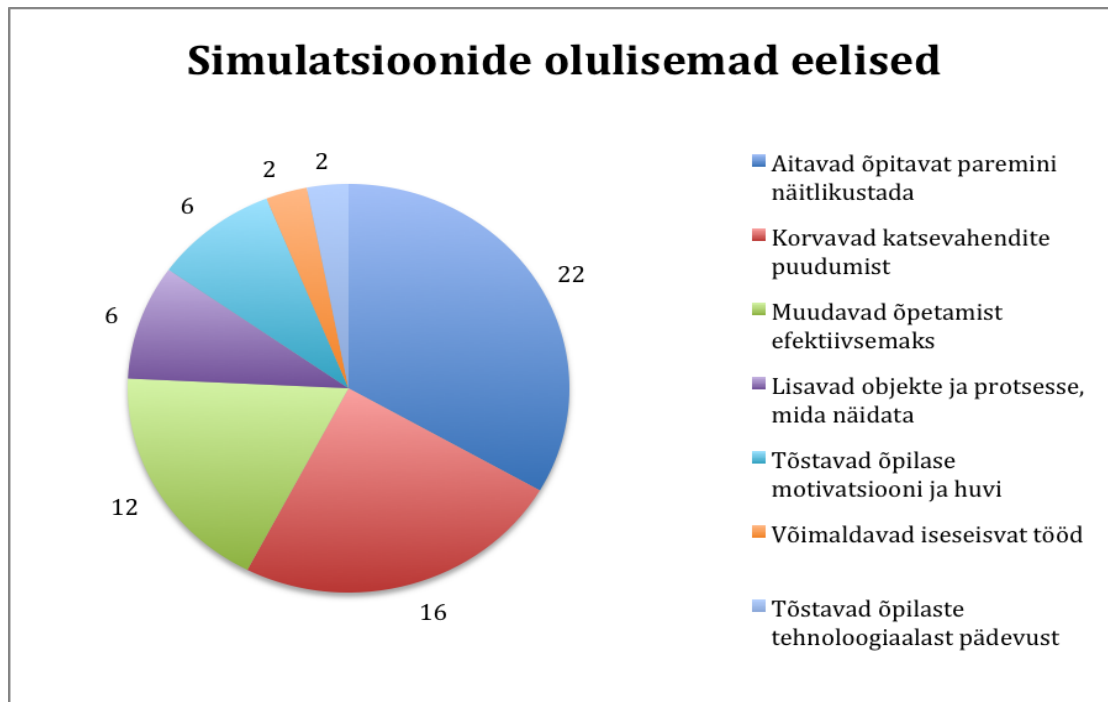
Ka siin paistis silma, et pea kõiki vastusevariante peeti oluliseks. Andmete analüüsist selgus, et infovahetuse vormi eelistusi ei määra mitte niivõrd abstraktsuse tase, kui info töötlemise kiirus ja lihtsus. Rohkem eelistatakse kiiremini töödeldavaid info esitamise vorme, kus erinevate tegurite mõju on interaktsiooni ajal lihtsam jälgida (žestid, graafikud, valemid). Poolehoid on väiksem, kui infotöötlemise kiirus langeb mahu suurenemise (tekst, tabel) või seoste jälgitavuse vähenemise tõttu (valikuruudud). Tähelepanuväärse hulga vastuhääli sai väljapakutud variantidest informatsiooni vahetamine tekstina (30% kõikidest vastajatest). Eeldatavasti just seetõttu, et tekstina esitatud informatsiooni töötlemise kiirus on väiksem ning teksti suur osakaal võib vähendada simulatsiooni illustreeriva osa tähtsust. Simulatsioonide illustreerivat rolli hinnati aga kõrgelt küsimuse 6: “Milline võiks olla füüsikasimulatsioonide kasutamise peamine eesmärk?” vastustes.

Alessi ja Trollipi (2001) järgi on ka kiire ja vahetu tagasiside (*immediate feedback*) oluline pigem algajale õppurile. Seega antud valimisse kuulunud füüsikaõpetajad kippusid eelistama simulatsioone, mis sobivad rohkem väiksemate eelteadmiste ja oskustega õppurile nii küsimuse 9 kui ka 16 vastustes. Kui selline seaduspära leiab kinnitust, tuleb sellele tähelepanu pöörata nii täienduskoolituste läbiviimisel kui ka uute arvutisimulatsioonide loomisel, et võimaldada abstraktsuse taseme järk-järgulist vähendamist ning sellega tõsta

õpilaste võimet kanda simulatsioonide abil omandatud teadmisi ja oskusi üle uutesse situatsioonidesse.

3.4. Simulatsioonide olulisemad eelised ja puudused

Küsimused 11 ja 12 olid esitatud avatud küsimustena, kuhu füüsikaõpetajad said kirja panna simulatsioonide rakendamise olulisemaid eeliseid ja puudusi. Kasutades induktiivset rühmade moodustamist koondati loetletud eelised kaheksasse rühma. Joonisel 5 on välja toodud vastavad rühmad ja nendes kogunenud vastuste arv.

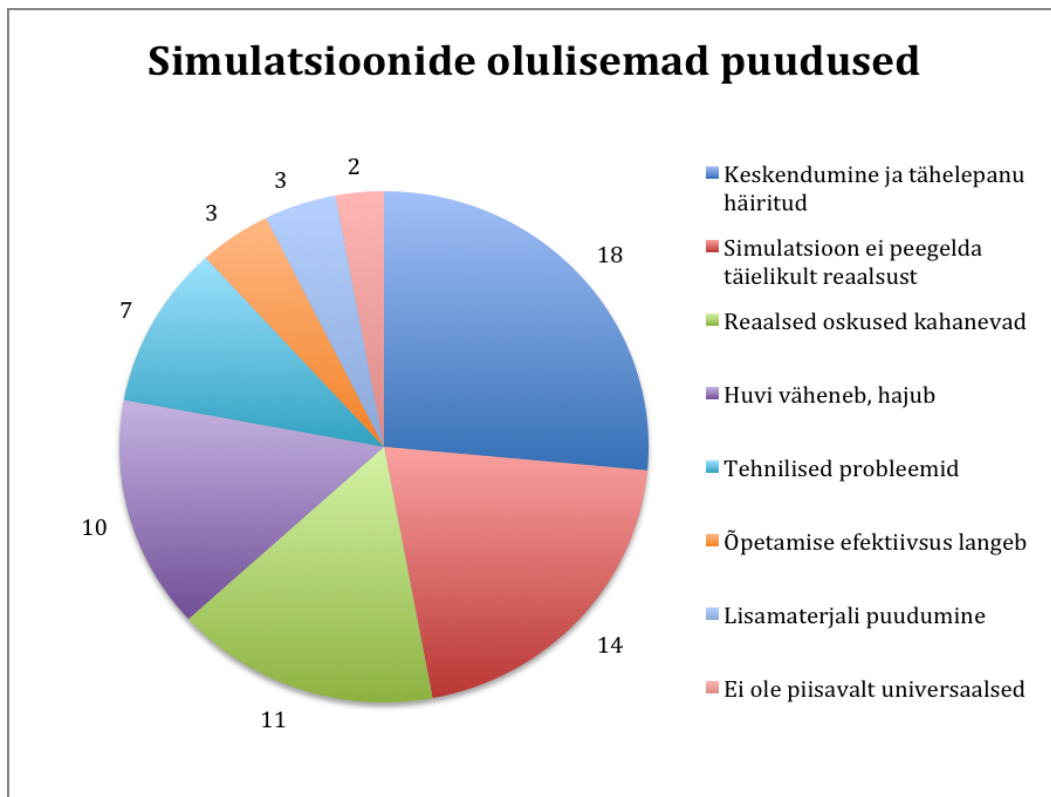


Joonis 6. Simulatsiooni, kui õppevahendi olulisemad eelised füüsikaõpetajate hinnangul.

Tähelepanuväärseima tulemusena tooks autor välja simulatsioonide eelisena toodud võimaluse “korvata katsevahendite puudumist,” sest erinevate uurijate (Jaakkola, Nurmi, & Veermans, 2011; Zacharia, 2011) hinnangul ei ole selline asendus efektiivne. Simulatsioone tuleks eelistada katsevahendina alles siis, kui need võimaldavad tegeleda objektide või protsessidega, mida reaalses katses ei saa näidata. Siinkohal tuleks rõhutada, et reaalsete katsevahendite asendamisest ei saa õpetaja süüks panna, kuna katsevahendite puudumise korral ei jää õpetajal muud üle, kui korraldada ka lihtsamaid katseid arvutisimulatsioonide abiga.

Olulisemate puudustena tõid füüsikaõpetajad välja, et õpilaste tähelepanu ja keskendumine õppetööle on simulatsioone kasutades häiritud ning simulatsioonid ei peegelda

täielikult reaalsust. Antud töö valimisse kuulunud füüsikaõpetajate hinnangud simulatsioonide olulisemate puuduste kohta on toodud joonisel 7.



Joonis 7. Simulatsiooni, kui õppevahendi olulisemad puudused.

Siinkohal on oluline rõhutada, et ka matemaatiliselt rangelt kujul kirja pandud seosed ei kirjelda täielikult reaalsust. Seetõttu on iga mudeli (seega ka simulatsiooni) puhul oluline rõhutada selle kehtivuspiire. Sarnase seisukohaga on esineb ka Sarapuu (2012) gümnaasiumi õppekava toetavas artiklis Haridustehnoloogia loodusteadustes. Kindlasti peaksid seda seisukohta silmas pidama nii simulatsioonide loojad kui ka õpetajad.

Sellega sai vastatud ka kolmandale uurimisküsimusele – milliseid eeliseid ja puudusi näevad õpetajad arvutisimulatsioonidel. Tehnoloogia aktsepteerimise mudeli (Davis, 1989) ennustus, et oluliseks osutuva tajutud kasutuskeerukus ja tajutud kasulikkus peab paika vaid osaliselt (kasulikkuse korral). Nimetatud eelistest pea kõiki võib lugeda tajutud kasulikkuse teguriteks, samas nimetatud puudustest vaid kaks tegurit (universaalsus ja tehnilised probleemid) kvalifitseeruksid kasutuskeerukuse alla. Seega peaks simulatsioonide kasutuselevõtmise hindamisel kasutama oluliselt täpsemaid mudeleid, kui TAM.

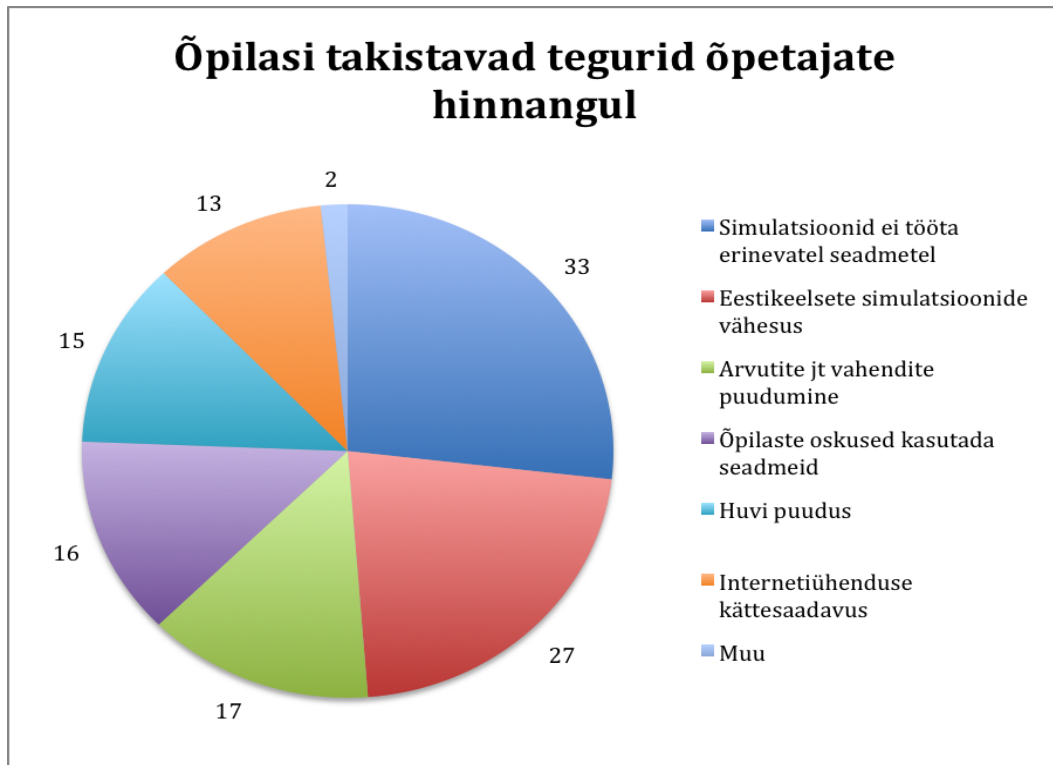
3.5. Simulatsioonide rakendamist takistavad tegurid füüsikaõpetajate hinnangul

Küsimustes 13 ja 14 uuriti õpetajate hinnangut arvutisimulatsioonide rakendamist takistavate tegurite kohta. Antud valimisse kuulunud füüsikaõpetajad nimetasid simulatsioonide rakendamist kõige rohkem takistavate teguritena simulatsioonide vähest valikuvõimalust, lisamaterjali puudumist ning vastava metoodika puudumist. Tulemused on esitatud kokkuvõtvalt joonisel 8.



Joonis 8. Õpetajatel simulatsioonide rakendamist takistavad tegurid füüsikaõpetajate hinnangul.

Peamiste õpilasi takistavate teguritena tõid füüsikaõpetajad välja simulatsioonide vähest ühilduvuse erinevate seadmetega, eestikeelsete simulatsioonide vähesuse ning arvutite jt seadmete puudumise. Hinnangud on kokkuvõtvalt esitatud joonisel 9



Joonis 9. Õpilaste simulatsioonide rakendamist takistavad tegurid füüsikaõpetajate hinnangul.

Simulatsioonide rakendamist takistavaid tegureid uurides võib öelda, et füüsikaõpetajate hinnang ühtib Hirmo (2005) uurimistöö tulemustega: sobiva tarkvara puudumine takistab IKT vahendite rakendamist rohkem, kui tehniliste võimaluste nappus. Sellega sai vastatud ka viimane uurimisküsimus – milliseid takistavaid tegureid peavad füüsikaõpetajad kõige olulisemateks.

KOKKUVÕTE

Käesoleva uurimistöö eesmärgiks oli kirjeldada füüsikaõpetajate hoiakuid arvutisimulatsioonide aineõppes kasutamise suhtes. Püüti selgitada, kas leidub seos arvutisimulatsioonide rakendamiskogemuse ning vastavate hoiakute vahel. Samuti püüti selgitada füüsikaõpetajate hoiakuid lähtuvalt nende hinnangutest arvutisimulatsioonide olulisematele eelistele ja puudustele ning simulatsioonide rakendamist takistavatele teguritele.

Uurimustöö tulemusena selgus, et aineõppes simulatsioonide rakendamist puudutavate hoiakute ja kasutamiskogemuse vahel esines antud valimi puhul statistiliselt oluline korrelatsioon. Huvitava tulemusena leiti, et simulatsioonide kasutamist uurimuslikuks õppeks peeti küll väga oluliseks, kuid samal eesmärgil rakendamine oli oodatust oluliselt madalam.

Uurimusest selgus, et õpetajad peavad simulatsioonide kõige olulisemateks eelisteks näitlikustamist, katsevahendite puudumise korvamist ning õpetamise efektiivsemaks muutmist. Kõige olulisemate puudustena tõid füüsikaõpetajad välja, et simulatsioonid häirivad keskendumist ja tähelepanu, ei peegelda täielikult reaalsust ning põhjustavad õpilaste reaalsete oskuste vähenemist.

Uuringus osalenud õpetajad peavad simulatsioonide rakendamist kõige enam takistavateks teguriteks simulatsioonide valikut, seejärel lisamaterjalide puudumist ning vastava metoodika puudumist. Õpilaste puhul peavad uuringus osalenud füüsikaõpetajad peamisteks takistavateks teguriteks simulatsioonide mitteühilduvust erinevate seadmetega, eestikeelsete simulatsioonide vähesust ning arvutite ja teiste seadmete puudumist.

ABSTRACT

The aim of current thesis was to describe the attitudes of physics teachers towards the use of computer simulations in physics education and find correlation between the attitudes and teacher's experience in ICT. We also investigated teacher's attitudes toward certain characteristics of computer simulations and tried to determine the constraining factors of their use.

A web-based (Google Drive) questionnaire was used, to collect the responses. It was composed of 20 individual questions – the first 16 ones were formed to answer the research questions and the latter 4 were formed to collect additional data about the respondents. The questionnaire was prepared by the author. 46 Estonian physics teachers participated.

The study revealed, that the use of computer simulations and the attitude toward it in the same area of use was positively correlated. Interestingly the biggest dissonance between the attitude and the actual use was revealed in the field of inquiry learning, where the overall attitude was found to be positive, but the level of use was relatively low.

The study showed, that the physics teachers consider visualization to be the most important advantage of computer simulations, which is followed by the fact that the simulations can be used to compensate the lack of real experimental equipment. The third important factor was effectiveness of simulations.

The biggest disadvantages of the computer simulations was said to be the disturbance of attention and focus, also the simulations limited ability to model real world and develop practical skills.

The lack of suitable simulations, instructional material and a matching methodology were thought to be the biggest constraining factor in the effective use of computer simulations. For students it was assumed, that the incompatibility of software and hardware was the biggest constraint followed by the lack of simulations in native language and the lack of computers and other hardware.

Tänu sõnad

Täna oma juhendajat Kaido Reivelti, kes andis mulle häid ideid antud töö koostamiseks. Samuti täna oma lähedasi, pereliikmeid ja sõpru, kes olid sellel teekonnal toeks. Olen tänulik ka uuringus osalejatele ehk Eesti Füüsika Seltsi liikmetele, ilma kelleleta poleks uurimus sellisel kujul valmis saanud.

Autorsuse kinnitus

Kinnitan, et olen koostanud ise käesoleva lõputöö ning toonud korrektselt välja teiste autorite ja toetajate panuse. Töö on koostatud lähtudes Tartu Ülikooli haridusteaduste instituudi lõputöö nõuetest ning on kooskõlas heade akadeemiliste tavadega.

.....27.05.2014

VIIDATUD ALLIKAD

- Ajzen I., & Fishbein M. (1980).** *Understanding Attitudes and Predicting Social Behaviour*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Ajzen, I., (1985).** From intentions to actions: A theory of planned behavior. In J. Kuhl & J. Beckman (Eds.), *Action-control: From cognition to behavior* (pp. 11-39). Heidelberg: Springer.
- Albarracín, D., Johnson, B.T., & Zanna, M.P. (2005).** *The handbook of attitudes*. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.
- Alessi, S.M., & Trollip, S.R. (2001).** *Multimedia for learning: Methods and development*, 3rd edition. Boston: Allyn & Bacon.
- Bagozzi, R. P., Davis, F. D., & Warshaw, P. R. (1989).** User acceptance of computer technology: A comparison of two theoretical models. *Management Science*, 35, 982-1003.
- Bagozzi, R. P., Davis, F. D., & Warshaw, P. R. (1989).** User acceptance of computer technology: A comparison of two theoretical models. *Management Science*, 35, 982-1003.
- Benbasat, I.; Barki, H. (2007).** Quo vadis, TAM? *Journal of the Association of Information Systems*, 8(4), 211–218.
- Chuttur, M.Y. (2009).** Overview of the Technology Acceptance Model: Origins, Developments and Future Directions. Indiana University, USA. *Sprouts Working Papers on Information Systems*, 9 (37).
- Davis, F. D. (1989).** Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319-340.
- De Jong, T. & van Joolingen, W. R. (1998).** Scientific discovery learning with computer simulations of conceptual domains. *Review of Educational Research*, 68, 179-202.
- Eagly, A. H., & Chaiken, S. (1993)** *The Psychology of Attitudes*. Fort Worth, TX: Harcourt Brace Jovanovich College Publishers
- Fazio, R. H. (1990).** Multiple processes by which attitudes guide behavior: The MODE model as an integrative framework. In M. P. Zanna (Ed.), *Advances in experimental social psychology* (pp. 75-109). New York: Academic Press.
- Festinger, L. (1957).** *A theory of cognitive dissonance*. Stanford, CA: Stanford University Press.

- Gümnaasiumi riiklik õppekava lisa 4 Ainevaldkond „Loodusained”.** (2011). Külastatud aadressil: https://www.riigiteataja.ee/aktiis/1200/9201/1002/VV2_lisa4.pdf#.
- Hayes, N. (1993).** *Sotsiaalpsühholoogia alused*. Tallinn: OÜ Kõliim
- Hirmo, C. (2005).** *Eesti üldhariduskoolide õpetajaid mõjutavad tegurid info- ja kommunikatsioonitehnoloogia rakendamisel*. Magistritöö. Tartu Ülikool.
- Häidkind, R. & Ainjärv, H. (s.a).** *Õpiobjekt liiklusohutusele suunatud hoiakute kujundamine*. Külastatud aadressil <http://www.tlu.ee/opmat/hk/opiobjekt/Hoiakud/index.html>.
- Jaakkola, T., Nurmi, S. & Veermans, K. (2011).** A Comparison of Students' Conceptual Understanding of Electric Circuits in Simulation Only and Simulation-Laboratory Contexts. *Journal of research in science teaching*, 48 (1), 71–93
- Kriek, J., Stols, G. (2010).** Teachers' beliefs and their intention to use interactive simulations in their classrooms. *South Africa Journal of Education*, 30, 439-456.
- Legris, P., Ingham, J., & Colletette, P. (2003).** Why do people use information technology? A critical review of the technology acceptance model. *Information & Management*, 40, 191-204.
- Luik, P. (2004).** *Õpitarkvara efektiivsed karakteristikud elektrooniliste õpikute ja drillprogrammide korral*. Doktoritöö. Tartu Ülikool.
- Luik, P. (2012).** Effective electronic materials – are teachers aware of these? *Interactive Learning Environments*, 20(6), 501 - 512.
- Piksõõt, J.; Sarapuu, T. (2010).** *IKT rakendamine loodusteaduste õppimisel*. Külastatud aadressil: http://www.oppekava.ee/index.php/IKT_rakendamine_loodusteaduste_%C3%B5ppimisel.
- Priestley, M. & Sime, D. (2005).** Formative assessment for all: a whole school approach to pedagogic change. *The Curriculum Journal*, 16(4), 479-492.
- Põhikooli riiklik õppekava lisa 4 Ainevaldkond „Loodusained”.** (2011). Külastatud aadressil: https://www.riigiteataja.ee/aktiis/1200/9201/1009/VV1_lisa4.pdf#.
- Rutten, N., van Joolingen W. R., van der Veen, J. T. (2012).** The learning effects of computer simulations in science education. *Journal Computers & Education archive*, 58, 136-153
- Saks, Õ. (2010).** *Tartu linna munitsipaalikoolide õpetajate ettekujutus õpetaja rollidest ning sellest tulenev täiendkoolitusvajadus*. Magistritöö. Tartu Ülikool.

- Sarapuu, T. (2012).** *Haridustehnoloogia loodusteadustes*. Külastatud aadressil http://www.oppekava.ee/index.php/Haridustehnoloogia_loodusteadustes.
- Sarapuu, T., Pedaste, M., Dmitrijev, V., Hirmo, C. (2003).** *Õpitarkvara rakendused Eesti üldhariduskoolides*. Uuringu kokkuvõte. Tiigrihüppe Sihtasutuse kogumik.
- Sarapuu, T.; Villako, H.-A. (2010).** *Ainekava toetavad arvutimudelid ja –simulatsioonid*. Külastatud aadressil: http://www.oppekava.ee/images/8/89/Ainekava_toetavad_arvutimudelid_ja_simulatsioonid.pdf
- Squires, D. & Preece, J. (1999).** Predicting quality in educational software: Evaluating for learning , usability and the synergy between them. *Interacting with Computers*, 11, 467–483.
- Zacharia, Z. (2003).** Beliefs, Attitudes, and Intentions of Science Teachers Regarding the Educational Use of Computer Simulations and Inquiry-Based Experiments in Physics. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(8), 792-823
- Zacharia, Z. (2011).** Physical versus virtual manipulative experimentation in physics learning. *Learning and Instruction* 21, 317–331
- Toots, A., Plakk, M. & Idanurm, T. (2004).** *Infotehnoloogia eesti koolides trendid ja väljakutsed*. Uuringu “Tiiger Luubis” (2000-2004) lõppraport. Tallinna Pedagoogikaülikool, Tallinn.
- Uibu, K. (2005)** *Klassiõpetaja rollid infoühiskonna tingimustes arvutit õppetöös kasutavate õpetajate näitel*. Magistritöö. Tartu Ülikool.
- van Joolingen, W.R., & de Jong, T. (1991).** Characteristics of simulations for instructional settings. *Education & Computing*, 6, 241-262.
- Venkatesh, V. (2000).** Determinants of perceived ease of use: Integrating control, intrinsic motivation, and emotion into the technology acceptance model". *Information systems research*, 11(4), pp. 342–365.
- Venkatesh, V.; Davis, F. D. (2000).** A theoretical extension of the technology acceptance model: Four longitudinal field studies. *Management Science*, 46(2), 186–204.
- Venkatesh, V.; Morris, M. G.; Davis, G. B.; Davis, F. D. (2003).** User acceptance of information technology: Toward a unified view. *MIS Quarterly*, 27(3), 425–478.

Lisa 1. Uurimisinstrument

Simulatsioon, kui õppevahend füüsika õpetamiseks.

Käesolevas töös tähistab "simulatsioon" interaktiivset õpitarkvara, mis virtuaalselt kujutab reaalseid objekte ja protsesse. Simulatsiooni käitumist on kasutajal võimalik nii kontrollida kui ka muuta. Sellega eristatakse simulatsiooni animatsioonist ja kõigist teistest video vormidest, mille käitumine ei ole muudetav.

1. Kui oluliseks peate info- ja kommunikatsioonitehnoloogia (IKT) integreerimist füüsika ainekavasse?

- ☐ Väga oluline
- ☐ Pigem oluline
- ☐ Pigem ei ole oluline
- ☐ Ei ole üldse oluline
- ☐ Ei oska öelda

2. Kuidas hindate oma arvutikasutusoskust?

1 2 3 4 5

Väga kehv ☐ ☐ ☐ ☐ ☐ Väga hea

3. Milliseid seadmeid lubaksite tarkvara olemasolul õpilastel kasutada õppevahendina klassiruumis?

- ☐ Sülearvuteid
- ☐ Tahvelarvuteid
- ☐ Nutitelefone
- ☐ Other:

4. Missugused tehnilised võimalused simulatsioonide kasutamiseks on hetkel Teie koolis olemas?

- ☐ Arvutiklass
- ☐ Internetiühendus klassiruumis
- ☐ Projektor klassiruumis
- ☐ Aktiivtahvel klassiruumis (SmartBoard jms)
- ☐ Tahvelarvutid klassiruumis

- ☐ Sülearvutikomplekt klassiruumis
- ☐ Other:

5. Milliseid simulatsioone pakkuvaid veebilehti olete kasutanud:

- ☐ PhET
- ☐ Fyysika.ee
- ☐ SimSketch
- ☐ 5dvision
- ☐ Other:

6. Milline võiks olla füüsikasimulatsioonide kasutamise peamine eesmärk?

- ☐ Teoreetiliste tulemuste rakendamine
- ☐ Huvi tekitamine ja hoidmine, mängulisus
- ☐ Õpilase aktiivne osalus tunnis
- ☐ Illustreerimine, selgitamine
- ☐ Other:

7. Kui oluliseks peate arvutisimulatsioonide kasutamist:

	Väga oluline	Pigem oluline	Pigem ei ole oluline	Ei ole üldse oluline	Ei oska öelda
demonstratsioon- vahendina klassiruumis	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
tunniks arvutiklassis	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
koduse ülesandena	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
uurimusliku õppe läbiviimiseks	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
iseseisvaks tööks füüsikatunnis	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
rühmatööks füüsikatunnis	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

	Väga oluline	Pigem oluline	Pigem ei ole oluline	Ei ole üldse oluline	Ei oska öelda
muul otstarbel	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

8. Kui tihti olete kasutanud simulatsioone:

	Igas õppetunnis	Üks kord 2-3 õppetunni kohta	1-2 korda kursuses (35 õppetunni kohta)	1-2 korda õppeaasta jooksul	Ei ole kasutanud
demonstratsioon-vahendina klassiruumis	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
tunniks arvutiklassis	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
koduse ülesandena	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
uurimusliku õppe läbiviimiseks	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
iseseisvaks tööks füüsikatunnis	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
rühmatööks füüsikatunnis	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
muul otstarbel	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

9. Millised andmete sisendid/väljundid peaksid olema simulatsioonidel?

	Kindlasti	Pigem jah	Pigem ei	Kindlasti mitte	Ei oska öelda
Sümbolilised (valemid ja arvud)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

	Kindlasti	Pigem jah	Pigem ei	Kindlasti mitte	Ei oska öelda
Graafikud ja diagrammid	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tabelid	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Valikuruudud	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Žestid hiirega (lohistamine, raputamine jm)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Sõnalised (käsklused, infokastid jm)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

10. Kas võtaksite osa täiendkoolitusest, mis puudutavad:

	Kindlasti	Pigem jah	Pigem ei	Kindlasti mitte	Ei oska öelda
digitaalse õpitarkvara kasutamisoskuste arendamist	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
tehnoloogiliste seadmete kasutusoskuste arendamist	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
metoodikat IKT vahendite kasutamiseks	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

11. Milliseid võiksid olla simulatsioonide õppevahendina kasutamise olulisemad eelised ja tugevused?

12. Milliseid miinuseid ja ohte peate oluliseimaks seoses simulatsioonide kasutamisega?

13. Millised asjaolud takistavad õpetajatel simulatsioonide kasutamist kõige enam?

- ☐ Simulatsioonide valik (tarkvara)
- ☐ Vastava lisamaterjali puudumine (töölehed, ülesanded jms)
- ☐ Tehnilised võimalused (riistvara)
- ☐ Metoodika puudumine (vähene ettevalmistus õpetajate seas)
- ☐ Ressursside kulu õppevahendi kasutamiseks (ajalised, rahalised jm võimalused)
- ☐ Tehnika käsitlemise oskused
- ☐ Puudub vajadus
- ☐ Other:

14. Millised asjaolud takistavad õpilastel simulatsioonide kasutamist kõige enam?

- ☐ Internetiühenduse kättesaadavus
- ☐ Arvutite jt vahendite puudumine
- ☐ Simulatsioonid ei tööta erinevatel seadmetel
- ☐ Õpilaste oskused kasutada seadmeid
- ☐ Eestikeelsete simulatsioonide vähesus
- ☐ Huvi puudus
- ☐ Other:

15. Kui oluliseks peate simulatsioonide puhul:

	Väga oluline	Pigem oluline	Pigem ei ole oluline	Ei ole üldse oluline	Ei oska öelda
Võimalikult täpset vastavust reaalsele olukorrale (realistlikust)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Lihtsust ja selgust (minimalistlikust)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Eakohasust (tasemele vastavust)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

16. Kellele suunatud simulatsioone oleks Teie meelest vaja rohkem?

- ☐ Õpilastele
- ☐ Õpetajatele
- ☐ Ei vaja kumbagi

17. Teie vanus

18. Teie sugu

- ☐ Mees
- ☐ Naine

19. Kui kaua olete töötanud füüsikaõpetajana?

- ☐ alla 1 aasta
- ☐ 1-5 aastat
- ☐ 5-10 aastat
- ☐ 10-20 aastat
- ☐ üle 20 aasta

20. Millises kooliastmes õpetate?

- ☐ Põhikool
- ☐ Gümnaasium
- ☐ Põhikool ja gümnaasium

Lihtlitsents lõputöö reprodutseerimiseks ja lõputöö üldsusele kättesaadavaks tegemiseks

Mina, Allar Nirk (sünnikuupäev: 20.03.1990)

1. annan Tartu Ülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose

Füüsikaõpetajate hoiakud seoses arvutisimulatsioonide kasutamisega hariduslikul eesmärgil ning seda mõjutavad tegurid, mille juhendaja on Kaido Reivelt (PhD)

1.1.reprodutseerimiseks säilitamise ja üldsusele kättesaadavaks tegemise eesmärgil, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace-is lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

1.2.üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tartu Ülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas digitaalarhiivi DSpace'i kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.

2. olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.

3. kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta teiste isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest tulenevaid õigusi.

Tartus, 27.05.2014